

ПАРАМАГНИТНЫЕ ЦЕНТРЫ ($\text{Pb}^{2+}/\text{h}^+$) В ЭЛЕКТРОННО-ОБЛУЧЕННЫХ СТЕКЛАХ ТФ

Макарова Н.Г.^{1*}, Жидков И.С.^{1,2}, Зацепин А.Ф.¹, Конев С.Ф.¹,
Михайлович А.П.¹, Чолах С.О.¹

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: natusa1993mak@mail.ru

Работа посвящена изучению природы и закономерностей образования радиационных дефектов в промышленных свинцово-силикатных стеклах класса тяжелых флинтот (ТФ), содержание свинца в которых варьируется от 20 до 40 мол. %. Указанные стекла являются основой для создания оптических сред, волоконных световодов и др. [1]. Основой стёкол типа тяжёлых флинтот является тройная система $\text{K}_2\text{O}-\text{PbO}-\text{SiO}_2$. Образцы были изготовлены в виде прозрачных плоскопараллельных пластин толщиной 1,5 мм с поверхностями оптического качества.

Отсутствие периодичности в стекле приводит к размытию краев зон и возникновению локализованных состояний на ионах Pb. Край фундаментального поглощения системы $\text{PbO}-\text{SiO}_2$ лежит в ближней ультрафиолетовой области и не искажается эффектами несобственной природы. В химический состав исследуемых образцов помимо атомов Pb, Si, O входят технологические добавки Ce и K, а также, согласно данным ЭПР исследований, примесь Fe. Несмотря на это в спектрах ОП промышленных стекол отсутствуют полосы, связанные с примесными центрами окраски. Таким образом, край фундаментального поглощения ТФ, так же как и в бинарной системе, формируется за счет переноса заряда между локализованными свинцовыми состояниями размытых границ валентной зоны и зоны проводимости.

Воздействие мощных электронных пучков сопровождается как ионизационными процессами, которые могут приводить к последующей термализации электрона или дырки на локализованных состояниях хвостов энергетических зон, так и дефектообразованием, за счет разрушения структуры материала. Радиационное воздействие приводит к дальнейшей дисперсии энергетических зон облученных стекол ТФ. Как следствие в спектрах ОП наблюдается сдвиг границы прозрачности в низкоэнергетическую область и увеличение степени разупорядочения. Наличие в спектрах ОП нескольких полос позволяет предположить, что их природа обусловлена нарушением связей Pb–O. Такие нарушения не успевают разойтись в пространстве вследствие малого влияния фононного вклада в неупорядоченность структуры, и их характерные времена релаксации составляют несколько секунд. Исследование спектров ЭПР показывает, что вследствие ионизационного процесса в стеклах ТФ образуются преимущественно дырочные центры ($\text{Pb}^{2+}/\text{h}^+$). Парамагнитные центры стабильны до тем-

температуры 450 К и отжигаются после выдержки в течение 10 минут при данной температуре. Падение интенсивности радиационно-индуцированного сигнала с ростом температуры происходит вследствие спин-решеточной релаксации. Мы полагаем, что вследствие структурной неэквивалентности занимаемых свинцом позиций и дисперсии энергетических параметров, присущей неупорядоченным системам, форма низкотемпературного ЭПР спектра формируется набором сигналов, положение g -фактора которых определяется распределением энергетических параметров парамагнитных центров. Рост температуры приводит к частичной релаксации центров, разупорядочение ближайшего окружения которых велико, и как следствие сужению ЭПР линии и уменьшению её интенсивности.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 12-08-00852) и Уральского Федерального Университета в рамках конкурса молодых ученых.

1. Wiza J.L., Nucl. Inst. Meth., 162, 587 (1979).

PROTECTING COPPER BY GRAPHENE COATING: XPS AND DFT STUDIES

Boukhvalov D.W.¹, Kurmaev E.Z.², Kukharenko A.I.^{2,3}, Zhidkov I.S.^{2,3},
Makarova N.G.^{3*}, Chang G.S.⁴, Bazylewski P.⁴, Cholakh S.O.³, Lee Y. H.¹

¹⁾ Korea Institute for Advanced Study, Dongdaemun-Gu, Seoul, Korean Republic

²⁾ Institute of Metal Physics, Yekaterinburg, Russia

³⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

⁴⁾ University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada

⁵⁾ Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

*E-mail: natusa1993mak@mail.ru

The results of XPS measurements (core levels and valence bands) of graphene/copper composites are presented. Graphene was grown on polished Cu foil using atmospheric pressure chemical vapor deposition (APCVD). The temperature of the chamber was raised up to 1060 °C with 1000 sccm of Ar and 200 sccm of H₂ and time of annealing was 20 min. For growth H₂ gas was reduced to 10 and 3 sccm of methane gas was injected. After growth the sample was cooled down to room temperature. XPS core-level and valence-band spectra measurements were made using PHI XPS Versaprobe 5000 spectrometer (ULVAC-Physical Electronics, USA) with monochromatized Al K α excitation (1486,6 eV) providing energy resolution $\Delta E \leq 0,5$ eV. The results of XPS measurements of graphene/Cu composite are compared with those of Cu foil after exposure in ambient air and reference samples (Cu metal, Cu₂O and CuO) and specially performed density functional theory calculations of intact and hole graphene on copper and also graphene/Cu system with carbon atoms in Cu-interstitials.

This work is partially supported by Russian Foundation for Basic Research (grant No. 14-02-00006).